心理科学进展　2018, Vol. 26, No. 1, 72–80
Advances in Psychological Science　DOI: 10.3724/SP.J.1042.2018.00072

发展性阅读障碍的视觉空间注意加工能力*

黄　晨　赵　婧

(首都师范大学心理学院, 北京市“学习与认知”重点实验室, 北京　100037)

摘　要　鉴于阅读起始于基础视觉加工阶段, 越来越多的研究者开始关注阅读障碍者的视觉空间注意加工能力。视觉空间注意是指个体对视觉刺激的空间位置的注意, 可通过线索提示、视觉搜索和视觉注意广度等视觉任务来考察。大量国内外研究发现, 发展性阅读障碍者在视觉空间注意任务下表现出行为和神经活动方面的异常。其中的神经机制问题不仅反映在与视觉空间注意有关的顶叶区域激活异常, 还存在于脑区间功能连接异常(如顶叶区域与字形加工区的功能连接)。未来研究还需利用横断和追踪研究探讨阅读障碍与视觉空间注意能力发展关系的内在机制, 以及探究语言特性对阅读障碍者视觉空间注意缺陷的可能调节作用。

关键词　发展性阅读障碍; 视觉空间注意; 神经机制; 语言特异性
分类号　B842

发展性阅读障碍(Development dyslexia)是一种常见的学习困难。世界卫生组织 ICD-10 将发展性阅读障碍定义为个体在一般智力、动机、生活环境和教育条件等方面与其它个体没有明显差异, 也没有明显的的视力、听力、神经系统的损伤, 但其阅读成绩明显低于同龄人 2 个标准差, 即达不到与其年龄和智力相当的阅读水平(World Health Organization, 1993)。发展性阅读障碍者在人群中占有一定比重, 国外的检出率约为 5%~17.5% (Shaywitz & Shaywitz, 2005); 在国内, 其发生率约为 5%~10% (周晓林, 孟祥芝, 2001)。发展性阅读障碍会降低个体的阅读效率, 甚至影响其生活质量, 因此, 对阅读障碍的内在机制探讨至关重要, 相关的研究结果将为其干预矫治方案的设定提供重要理论依据。

阅读障碍的核心缺陷是什么？目前尚存争议。相关理论主要分为两类：语言学层面和非语言学层面。以语音加工缺陷假说为代表的语言学层面的理论认为阅读障碍者在语言信息加工和表征上存在问题(Goswami et al., 2016), 比如语音加工障碍(Layes, Lalonde, Mecheri, & Rebaï, 2015)、正字法加工障碍(Berckmoes, 2014)等。而另一类非语言学层面加工缺陷理论认为, 阅读障碍主要是由更基础的视觉、听觉等认知能力发展不完善或损伤造成的, 比如感知觉缺陷(Ortiz, Estévez, Muñetón, & Domínguez, 2014; Facoetti, Paganoni, Turatto, Marzola, & Mascetti, 2000), 记忆缺陷(Smith-Spark, Ziecik, & Sterling, 2016), 视觉注意缺陷(Bosse, Tainturier, & Valdois, 2007)等。

鉴于发展性阅读障碍者在阅读过程中经常出现添字、漏字、错行等“看错”的情况, 而且阅读起始于基础视觉加工阶段, 越来越多关注发展性阅读障碍核心缺陷的研究从语言学层面追溯到基础视觉加工层面。其中, 一系列研究结果发现阅读障碍者存在视觉空间注意缺陷(Facoetti et al., 2000; Bosse et al., 2007)。视觉空间注意是指个体对视觉刺激的空间位置的注意(Vecera & Rizzo, 2003), 主要影响阅读时的同时性加工过程。Bosse 等人(2007)提出了视觉注意广度缺陷假设, 认为阅读障碍的核心问题在其视觉空间注意能力上, 并指出该缺陷是独立于语音意识缺陷存在的。那么视觉空间注意加工技能对阅读过程的可能作用机制是什么？阅读障碍是否与视觉注意定向和空间意识缺陷有关？并且不同于拼音文字, 汉字具有复杂的视觉字形结构, 视觉空间注意能力在汉语阅读中起着非常重要的作用 (Liu, Chen, &

收稿日期：2017-01-17
* 国家自然科学基金(31500903)。
通信作者：赵婧, E-mail: conanzj@126.com

Chung, 2015), 那么汉语发展性阅读障碍的视觉空间注意方面的表现是否会受到语言特异性的影响呢?

1 拼音文字背景下阅读障碍者的视觉空间注意加工能力

1.1 行为研究

以往拼音文字研究已对阅读障碍者的视觉空间注意能力进行了较多探讨。研究者主要根据对视野内刺激进行定向的反应时和正确率来反映视觉空间注意加工能力的强弱。其中, 定向是指在没有眼动的情况下使焦点在视野中移动(Turatto et al., 1999)。如果空间的自动化定向速度越快, 准确率越高, 说明视觉空间注意能力越强(Rafal & Posner, 1987)。已有研究常通过线索提示范式(Posner, Snyder, & Davidson, 1980; Facoetti et al., 2006)、视觉搜索范式(Casco, Tressoldi, & Dellantonio, 1998)和视觉注意广度(Bosse et al., 2007)等视觉任务来考察被试的视觉空间注意加工能力。有研究者(Brannan & Williams, 1987; Facoetti et al., 2000)采用线索提示范式发现, 相比于同年龄正常阅读者, 英语和意大利语母语的 10 岁阅读障碍儿童在提示线索与目标之间短间隔时长条件下的反应时更长, 表明其在视觉空间注意加工方面存在缺陷。在之后的研究中, Facoetti 及其同事(2010)扩大样本数量也得到了类似的结果。Facoetti 等人(2010)以 22 名 8~13 岁意大利阅读障碍儿童和 31 名同年龄控制组儿童作为被试, 采用视觉外源线索提示刺激的反应时作为视觉空间注意加工技能的评测指标。结果表明, 当提示线索和出现目标刺激的间隔时长控制在 100 毫秒时, 视觉空间注意定向的反应时存在组别差异, 表现为控制组对靶刺激的反应要明显快于阅读障碍组; 而当提示线索和目标刺激间隔时长控制在 250 毫秒时则不存在组别差异, 说明阅读障碍儿童对外源线索刺激需要更长的时间进行加工。进一步研究发现, 在控制了年龄、智商和语音能力等因素之后, 阅读障碍的视觉空间注意能力仍能够解释其非字阅读成绩 31%的变异。此结果在一定程度上说明视觉空间注意能力可能与亚词汇加工密切相关(Facoetti et al., 2010)。

除了线索提示范式, 研究者在其他相关的实验任务中也发现了阅读障碍的视觉空间注意缺陷。有研究发现阅读障碍者在视觉搜索任务上的表现也差于正常阅读者(Iles, Walsh, & Richardson, 2000; Sireteanu et al., 2008), 说明其可能存在视觉空间注意缺陷。Bosse 及其同事(2007)选取平均年龄为 11 岁且以法语为母语的 68 名阅读障碍儿童和 55 名同年龄控制组儿童。采用全部报告法的识别任务测查其视觉空间注意广度能力。结果显示, 阅读障碍组报告的错误率要显著高于控制组, 说明阅读障碍组存在视觉空间注意加工困难(Bosse et al., 2007)。此外, 有研究者指出, 视觉空间注意缺陷还可反映在拥挤效应上(Yeshurun & Rashal, 2010)。在阅读过程中, 由于受注意资源和中央凹视觉阈限的约束, 读者必须通过有效地分配和转移视觉空间注意来控制眼球运动, 以此保证目标信息不受外周视觉信息的干扰, 否则就会造成拥挤效应(Moores, Cassim, & Talcott, 2011)。Spinelli, De Luca, Judica 和 Zoccolotti (2002)发现, 相比加工单独呈现的字符, 意大利阅读障碍儿童在加工有周围刺激包围的目标字符时速度更慢, 表现出显著的拥挤效应; 而正常阅读者则没有出现此现象。之后有研究发现视觉拥挤效应与阅读速率负相关(Pelli et al., 2007),即拥挤效应越强阅读速率越低。据此可知, 阅读障碍者显著的拥挤效应反映出他们加工中央视野的视觉信息时会受到外周视野信息的干扰, 阻碍目标文本信息的提取, 进而导致阅读效率下降(Pelli et al., 2007)。

同时, 有研究发现对阅读障碍儿童的视觉空间注意进行训练可改善其阅读能力(Lorusso, Facoetti, Paganoni, Pezzani, & Molteni, 2006; Franceschini, et al., 2013)。Lorusso 等人(2006)对一组意大利阅读障碍儿童进行为期 4 个月的视觉注意训练, 结果发现他们的阅读速度和准确率都显著提高。Franceschini 等人(2013)通过视频游戏训练意大利阅读障碍儿童的视觉注意能力, 结果显示训练后他们的语音意识、单词阅读准确性和速度均有显著提升, 并且该效应在训练之后的两个月进行追踪测试时仍显著, 说明了训练效果的持续性。以上干预训练的研究发现为视觉空间注意缺陷与阅读障碍的因果关系提供了支持性证据。

另外, 也有研究发现了不一致的结果。Collis, Kohnen 和 Kinoshita (2013)使用部分报告法探究发展性阅读障碍成人的视觉空间注意加工技能。结果表明, 阅读障碍成人对字母、数字这类语言

性刺激的报告成绩明显低于控制组，但在图形这种非语言刺激的报告成绩上则没有出现显著的组别差异，说明阅读障碍在部分报告任务上的缺陷仍反映的是语言方面的问题，其基础视觉空间注意能力没有受损。Judge 等人(2013)的研究也得到了类似的结果。他们的研究发现，以英语为母语的成年阅读障碍者只在加工字母刺激时的空间注意定向存在微弱缺陷，而箭头刺激条件下的表现不存在组别差异。这些研究结果说明，阅读障碍者可能在基础视觉空间注意加工方面是正常的，其在视觉注意任务上表现出的缺陷可能与使用的目标材料是语言刺激有关(Judge, Knox, & Caravolas, 2013)。有研究者还考察了芬兰语青年阅读障碍者，结果也没有显示出这些阅读障碍者存在异常的视觉空间注意定向模式，并且他们的非词阅读能力与其视觉空间注意加工能力无显著相关(Haapalainen, 2008)。这些不同的研究结果可能与被试年龄有关。以上研究选取的被试均为平均年龄超过 17 岁的青年及成年阅读障碍者；而发现存在视觉空间注意缺陷的被试多为阅读障碍儿童。其中的可能原因是在拼音文字阅读习得早期，个体主要依靠文字的视觉特征进行阅读。当习得了形音对应规则后，个体主要采用基于对应规则的逐字母拼读策略进行阅读(Frith, 1985)。而视觉空间注意在视觉整体加工过程中起的作用比在亚词汇加工过程中更显著(Lallier, Carreiras, Tainturier, Savill, & Thierry, 2013)。因此，视觉空间注意缺陷可能显著出现在拼音文字阅读习得早期的阅读障碍者中；随着年龄的增长，视觉空间注意能力对青年或成人阅读障碍者阅读过程的影响逐渐降低。但是阅读障碍者与视觉空间注意缺陷的发展关系仍需进一步的研究加以明确。

1.2 脑机制研究

为了深入探究阅读障碍的致病机理，越来越多研究者关注阅读障碍视觉空间注意加工所对应的脑机制。视觉空间注意主要由大细胞−背侧通路中的顶叶区域负责(Siegel, Donner, Oostenveld, Fries, & Engel, 2008)，其中包括顶上小叶、后顶叶皮层、顶内沟(superior parietal lobule，以下简称 SPL；posterior parietal cortex，以下简称 PPC；intraparietal sulcus，以下简称 IPS)等。Peyrin 等人(2012)使用功能性磁共振成像(functional magnetic resonance imaging，以下简称 fMRI)技术考察被试在进行视觉分类任务中的神经活动特点，该研究比较了 1 名存在视觉注意广度缺陷的法语阅读障碍成人与 40 名同年龄正常阅读者之间的脑机制差异。结果发现，该成人阅读障碍者的双侧 SPL 激活低于对照组。之后的研究在扩大样本量后也得到类似的结果(Reilhac, Peyrin, Démonet, & Valdois, 2013; Lobier, Peyrin, Pichat, Le Bas, & Valdois, 2014)。Reilhac 等人(2013)比较了 12 名以法语为母语且存在视觉注意广度缺陷的阅读障碍成人和 12 名同年龄正常阅读者在加工字符串时的脑区激活差异。结果显示，正常阅读者左侧 SPL 激活显著强于阅读障碍者，鉴于 SPL 主要与空间注意、眼动控制有关(Kanwisher & Wojciulik, 2000)，因此以上研究为阅读障碍者的空间注意缺陷提供了神经层面的证据。

但以上研究所采用的刺激均为文字材料，这种材料的语言特异性可能会涉及到语音等语言相关的认知过程，所以这类以字母为刺激的任务不能单纯的评测出视觉空间注意能力。阅读障碍组与对照组的组别差异可能反映的是他们语言能力的差异而不是视觉空间注意能力的差别。在随后的研究中，Lobier 等人(2014)采用非语言材料作为目标刺激，发现相比于法语正常阅读者，阅读障碍成人的右侧顶叶区域激活更低。该结果排除了语言能力差异的可能干扰，说明阅读障碍者存在视觉空间注意缺陷。来自神经生理学层面的研究也发现了类似的结果。Kang, Lee, Park 和 Leem (2016)使用事件相关电位(Event-related potential，简称 ERP)技术发现，在拼音文字韩语中，阅读障碍儿童在非语言刺激的线索提示任务中的反应时明显长于同年龄正常阅读者，并且他们诱发的 P300 波幅明显弱于对照组。其中 P300 成分与视觉空间注意、注意的分配和持续加工有关(Johannes, Münte, Heinze, & Mangun, 1995)。该研究结果也在排除了可能的语言因素影响之后仍反映出韩语阅读障碍儿童的视觉空间注意存在缺陷。

Lobier 等人(2014)功能连接研究结果为视觉空间注意与阅读困难的关系提供了可能性解释。该研究发现，左侧顶叶脑区的激活强度与左腹侧颞枕联合区(ventral occipito-temporal，以下简称 vOT)激活显著相关。顶叶区域属于大细胞−背侧视觉通路，它是人类两条主要的视觉通路之一。另一条通路是小细胞−腹侧通路，其中包括 vOT，

该脑区主要负责视觉字形加工(Dehaene & Cohen, 2011)。视觉刺激输入后，视觉整体信息会通过大细胞-背侧通路快速向上传递至初级视皮层和顶叶。顶叶负责对视觉刺激进行整体分析，分析结果会被进一步快速反馈至小细胞-腹侧通路，以自上而下引导视觉刺激细节的编码加工过程(Bullier, 2001)。据此可知，当阅读障碍者顶叶注意功能受损，激活下降，与其功能上有着密切联系的左侧 vOT 的活动也会受到阻碍，进而影响字形识别等语言加工过程(Lobier et al., 2014)。

2　汉语阅读障碍者的视觉空间注意加工能力

与线性拼音文字不同，汉字视觉字形复杂，视觉空间加工与汉语阅读发展关系密切(Tan, Laird, Li, & Fox, 2005; Ziegler et al., 2010)。以往脑成像研究结果表明，加工汉字比加工拼音文字涉及更多的视觉脑区，如右侧的枕中回、枕下回和梭状回(Bolger, Perfetti, & Schneider, 2005; Cao, Tao, Liu, Perfetti, & Booth, 2013)。已有关于正常阅读者的研究结果表明，视觉空间注意的加工水平在行为层面和相关脑机制层面均表现出与正字法意识、拼写能力等汉字加工技能，以及句子篇章阅读水平的密切联系(Liu et al., 2015; Liu, Chen, & Wang, 2016; Zhao, Kowk, Liu, Liu, & Huang, 2016; Qian, Deng, Zhao, & Bi, 2015; Qian, Bi, Wang, Zhang, & Bi, 2016)。由于汉字中存在大量的相似字符。因此在汉字识别时，需要更多的视觉空间注意来提高刺激对比度和增强空间分辨率以处理视觉细节信息和正字法加工，从而能够准确区分字形相似的汉字(Liu et al., 2016)；在句子和篇章层面，不同于拼音文本，汉语属于无切分文本，所以在阅读汉语文本时更需要良好的空间意识和视觉注意定向来迅速准确地辨别词边界，从而有效进行文本信息空间位置编码以保证流畅阅读(Liu et al., 2015)。那么在汉语发展性阅读障碍儿童中，其视觉空间注意能力如何？其与汉语阅读困难的关系又如何？

林欧、王正科和孟祥芝(2013)采用以非言语材料作为刺激的视觉搜索范式来考察汉语发展性阅读障碍儿童的视觉空间注意加工能力。在简单搜索任务中(即要求被试在绿色小圆圈中搜索是否存在相同大小的红色圆圈)，阅读障碍儿童搜索的正确率、反应时与同年龄正常阅读者无显著差异。在复杂搜索任务中(干扰刺激是大小均等、位置随机的白色圆环，要求被试在干扰刺激中搜索不同高度的椭圆，任务难度随椭圆高度加大使其不断接近圆环干扰刺激而增加)，阅读障碍儿童的反应时显著长于正常控制组；当进一步对被试的操作限制时间后，阅读障碍组不仅反应时长于控制组，而且错误率也显著高于控制组儿童。此研究结果说明，当非言语刺激具有较高的视觉复杂度时，汉语发展性阅读障碍儿童的视觉空间注意加工能力才表现出显著缺陷。田梦雨、张熙、张逸玮和毕鸿燕(2016)采用不同视野的刺激探测任务考察汉语发展性阅读障碍儿童的视觉空间注意能力，结果发现汉语发展性阅读障碍儿童对语言材料(数字、汉字)刺激的探测反应时显著长于同年龄对照组，在一定程度说明汉语发展性阅读障碍儿童在加工复杂刺激时可能存在视觉空间注意缺陷。但该研究中只在语言材料上发现显著的组别差异，阅读障碍所表现出的困难可能受到语言因素的影响。黄翊(2015)采用以非言语材料(圆点)和语言材料(单个汉字)作为靶刺激的线索提示范式来考察汉语阅读障碍儿童的视觉空间注意能力。此研究发现，无论靶刺激是语言刺激还是非语言刺激，汉语阅读障碍儿童的注意定向反应时均长于正常儿童，反映了其在视觉空间注意上存在缺陷。王敬欣、贾丽萍、何立媛和李永鑫(2013)使用眼动技术比较了 17 名阅读障碍儿童和 17 名正常儿童在内外源线索刺激下的眼跳表现。研究发现，阅读障碍儿童在两种线索下的眼跳方向错误率均高于正常儿童；在外源线索条件下，阅读障碍儿童的正确眼跳潜伏期显著长于正常儿童，此结果也反映了汉语阅读障碍儿童的视觉空间注意缺陷。此外，有研究发现对阅读障碍者的视觉搜索能力进行训练可以改善其阅读流畅性、汉字识别能力等阅读技能(Meng, Lin, Wang, Jiang, & Song, 2014; Wang et al., 2014)。在一定程度上说明视觉空间注意缺陷与阅读障碍之间的可能因果关系。

来自神经机制层面的研究为视觉空间注意缺陷对阅读的影响机制提供了可能的解释。Zhou, Xia, Bi 和 Shu (2015)使用 rsfMRI 技术考察阅读障碍儿童和同年龄对照组儿童的左侧 IPS 和视觉词形加工区(visual word form area, 以下简称 VWFA)脑区功能连接的特点。组间比较发现，阅读障碍

儿童的IPS与VWFA静息态功能连接强度明显弱于对照组儿童。并且进一步研究发现汉语阅读障碍者左侧IPS与VWFA的功能性连接强度与其阅读流畅性得分显著相关(Zhou et al., 2015)。左侧IPS是大细胞-背侧通路中视觉区域的中心节点(Grefkes & Fink, 2005), 并与眼动控制、空间位置信息加工、视觉注意密切相关(Simon, Mangin, Cohen, Le Bihan, & Dehaene, 2002)。而VWFA区域主要负责处理文字字形信息, 并与语音、语义高级语言加工区有密切功能联系。研究者指出在阅读过程中, 文本视觉信息在大细胞-背侧通路快速向上传导至IPS, 然后会自上而下调节小细胞-腹侧通路上VWFA的信息分析过程(Zhou et al., 2015)。由于汉语阅读障碍者IPS与VWFA的功能连接弱, 这会影响自上而下的信息反馈进程, 进而影响字形加工等其他阅读相关过程, 最终导致阅读困难(Zhou et al., 2015)。

但是, 也有研究未发现汉语阅读障碍儿童的视觉空间注意能力受损。米晓丽(2016)研究采用全部报告法和部分报告法来比较阅读障碍组、同年龄对照组、同阅读水平对照组共三组儿童的视觉注意广度, 以汉字字符串作为刺激材料。结果显示, 在部分报告任务中, 阅读障碍儿童没有表现出缺陷, 而在全部报告任务上, 阅读障碍儿童表现出视觉注意广度缺陷; 但是, 研究者提出, 由于工作记忆广度的差异对个体的注意控制能力有显著影响, 因此在将工作记忆广度作为协变量进行控制之后, 进一步的分析结果表明, 三组被试在全部报告任务中的成绩也没有显著差异, 说明汉语阅读障碍儿童在视觉注意广度任务上的差异可能是受到其工作记忆广度的限制, 而其视觉空间注意能力正常(米晓丽, 2016)。以上研究的差异可能与不同刺激的视觉复杂度有关。以往研究表明, 当刺激具有较高的视觉复杂度时, 汉语阅读障碍儿童的视觉空间注意加工能力才会表现出显著缺陷(林欧等, 2013)。但是米晓丽(2016)选取的刺激是使用频率排名前10的高频汉字, 这些汉字大多属于一年级的识字水平, 而被试是三至五年级的小学生, 可能是由于实验材料对被试而言视觉复杂程度低, 所以造成组别之间无显著差异。此外, 该研究中的被试是选取自小学三至五年级, 年龄跨度较大, 可能会带来被试年龄发展变化对结果的额外影响。在汉语阅读发展中, 早期阅读者主要以拼音为中介来进行形音匹配(Siok & Fletcher, 2001)。随着阅读经验的不断丰富, 整体字形可直接对应到相应的语义表征上, 而拼音在阅读中的中介作用逐渐减小。已有研究表明视觉空间注意在形义匹配和字形整体加工过程中起着更显著的作用(van den Boer, van Bergen, & de Jong, 2014; Zhao et al., 2016)。由此可推测, 汉语阅读障碍者的视觉空间注意可能受到年龄发展变化的影响, 并且这一发展趋势不同于拼音文字, 视觉空间注意缺陷可能在汉语阅读发展早期的表现较不明显, 而在高年级或成人阶段显著表现出来。已有研究发现视觉空间注意与汉语阅读的关系在成人阶段仍显著(Zhao et al., 2016)。那么, 不同年龄段汉语阅读障碍者的视觉注意广度表现具体如何? 相应的发展变化趋势是否会表现出语言特异性? 这仍有待于进一步研究加以明确。

3 小结和展望

综上所述, 以往拼音文字研究已对阅读障碍者的视觉空间注意能力进行了较全面的探讨。相关研究结果表明, 拼音文字背景下的阅读障碍(特别是阅读障碍儿童)表现出视觉空间注意缺陷, 并且进行视觉空间注意能力训练能提高其阅读能力, 反映出视觉空间注意技能与阅读障碍的因果关系。而汉语的相关研究仍较为欠缺, 且仅有的研究结果还不完全一致。未来我们可从以下几方面进一步对汉语发展性阅读障碍的视觉空间注意加工方面进行系统研究。

第一, 从发展的角度考察汉语阅读障碍者的视觉空间注意加工能力。以往研究发现, 不同于拼音文字阅读发展趋势, 个体随着年龄的变化在汉语阅读发展的不同阶段采用的主要阅读策略存在差异。在发展早期, 汉语阅读者主要中介于拼音进行拼读、形音匹配; 而在成熟阅读者中则已建立了整体字形与相应语义的直接联系(Siok & Fletcher, 2001)。视觉空间注意主要在整体字形分析中起着更显著的作用(van den Boer et al., 2014; Zhao et al., 2016), 据此可推测不同年龄段的汉语阅读障碍者视觉空间注意的表现可能会存在发展差异。对于汉语阅读障碍者视觉空间注意加工水平是否会受到阅读发展的影响, 目前还未见相关研究报道, 今后, 可结合横断研究、追踪研究等方法来探查视觉空间注意加工与阅读障碍关系的发

展变化, 以进一步揭示阅读经验对两者关系的影响。

第二, 开展对汉语阅读障碍视觉空间注意能力方面的干预训练研究, 以探究视觉空间注意能力对汉语阅读是否存在因果作用关系。目前相关干预研究仍较为欠缺, 且研究结果不完全一致。Meng 及其同事(Meng et al., 2014; Wang et al., 2014)采用视觉搜索任务对 18 名小学生的视知觉能力进行为期 4 周的训练, 结果发现, 训练组的阅读障碍儿童的阅读流畅性能力、汉字识别准确性均明显改善, 该结果反映出视觉空间注意缺陷与阅读障碍之间的可能因果关系。然而在 Qian 和 Bi (2015)研究中, 采用视觉搜索、视觉追踪任务对 28 名小学生进行为期 5 周的训练。该研究结果显示, 阅读障碍训练组后测的快速命名成绩显著高于前测, 但未训练阅读障碍组与同年龄匹配组的快速命名成绩也出现了类似的增长; 上述研究结果的不一致可能与他们选取的被试年龄、阅读障碍的群体异质性等有关。可见, 目前阅读障碍与视觉空间注意缺陷之间的因果关系仍存在一定争议, 因此, 开展干预训练, 为全面理解阅读障碍的原因提供一个有效途径。

第三, 进行阅读障碍视觉空间注意能力的跨语言研究。以往研究结果表明, 不同的正字法深度、字形结构复杂性以及语言体系等语言特性均会对视觉空间注意产生一定影响(田梦雨等, 2016; Lallier et al., 2013)。Lallier 等人(2013)采用非言语类别判断任务比较法语和西班牙语儿童的视觉注意广度, 结果显示西班牙语儿童的视觉注意广度小于法语儿童。研究者认为, 在浅层正字法语言中(西班牙语), 由于形音一致性程度高, 读者常采用亚词汇通路的逐字母拼读策略进行阅读, 与此相应的是较小的正字法单位, 只需较小的视觉注意广度即可进行流畅阅读; 而在深度正字法文字阅读过程中, 读者往往使用整词阅读策略, 这对应着较大的正字法单位, 需要较大的视觉注意广度。以上结果说明, 对于线性拼音文字而言, 不同正字法深度的语言经验对视觉空间注意起调节作用。拼音文字除了线性排列, 也有立体结构, 比如韩语。已有研究发现, 字形结构的复杂程度也会作用于视觉空间注意(Awadh et al., 2016)。韩文字母按照一定规则排列形成立体方块字, 字形结构类似汉字, 但阅读韩文时仍是序列拼读字母。那么对于韩语, 视觉空间注意与阅读困难之间的关系如何？是否会因其字形结构复杂度类似汉语, 视觉空间注意在韩语阅读中所起的作用比其他线性拼音文字更重要呢？还是会由于其拼音文字属性(即逐字母拼读策略), 视觉空间注意在其阅读发展中的作用表现为逐渐减弱呢？这有待于今后的研究加以明确。除了正字法深度、字形结构之外, 有研究者指出, 语言体系也会对视觉空间注意产生一定影响(Awadh et al., 2016)。由于日语是由假名和日语汉字两种语言体系组成。其中, 假名属于拼音文字体系, 每个字符对应一个音节; 日语汉字是表意文字。因此, 未来研究可以通过分析视觉空间注意与日语假名、日语汉字阅读的关系机制, 以此来揭示不同语言体系对视觉空间注意的可能影响。

第四, 结合事件相关电位、脑成像等技术, 探讨汉语发展性阅读障碍视觉空间注意加工的内在神经机制, 以及探究阅读障碍的局部特定脑区激活异常和脑区间连接异常之间的关系。虽然大量研究发现, 阅读障碍者的视觉空间注意缺陷的内在神经机制不仅反映在顶叶区域(如 SPL, PPC)激活异常, 还存在脑区间功能连接异常(如顶叶区域与 vOT)。但是这两者哪一个是发展性阅读障碍的视觉空间注意缺陷根本的内在机制, 即, 脑区间功能连接异常是否与其相连的两个特定脑区的激活异常有关, 这仍需进一步研究确定(冯小霞, 李乐, 丁国盛, 2016)。

参考文献

冯小霞, 李乐, 丁国盛. (2016). 发展性阅读障碍的脑区连接异常. *心理科学进展, 24*(12), 1864−1872.

黄翊. (2015). *外周线索刺激下汉语阅读障碍儿童的注意定向表现* (硕士学位论文). 华东师范大学, 上海.

林欧, 王正科, 孟祥芝. (2013). 汉语发展性阅读障碍儿童的视知觉学习. *心理学报, 45*(7), 762−772.

米晓丽. (2016). *汉语发展性阅读障碍儿童视觉注意力研究* (硕士学位论文). 新疆师范大学.

田梦雨, 张熙, 张逸玮, 毕鸿燕. (2016). 汉语发展性阅读障碍儿童的不同视野注意能力. *心理与行为研究, 14*(3), 289−297.

王敬欣, 贾丽萍, 何立媛, 李永鑫. (2013). 汉语发展性阅读障碍儿童内外源线索条件下的眼跳. *中国特殊教育,* (7), 51−55.

周晓林, 孟祥芝. (2001). 中文发展性阅读障碍研究. *应用心理学, 7*(1), 25−30.

Awadh, F. H. R., Phénix, T., Antzaka, A., Lallier, M.,

Carreiras, M., & Valdois, S. (2016). Cross-language modulation of visual attention span: An Arabic-French-Spanish comparison in skilled adult readers. *Frontiers in Psychology, 7*, 307.

Berckmoes, R. M. (2014). *The influence of orthographic transparency on word recognition by dyslexic and normal readers* (Unpublished master's thesis). Utrecht University.

Bolger, D. J., Perfetti, C. A., & Schneider, W. (2005). Cross-cultural effect on the brain revisited: Universal structures plus writing system variation. *Human Brain Mapping, 25*(1), 92–104.

Bosse, M. L., Tainturier, M. J., & Valdois, S. (2007). Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis. *Cognition, 104*(2), 198–230.

Brannan, J. R., & Williams, M. C. (1987). Allocation of visual attention in good and poor readers. *Perception and Psychophysics, 41*(1), 23–28.

Bullier, J. (2001). Integrated model of visual processing. *Brain Research Reviews, 36*, 96–107.

Cao, F., Tao, R., Liu, L., Perfetti, C. A., & Booth, J. R. (2013). High proficiency in a second language is characterized by greater involvement of the first language network: Evidence from Chinese learners of English. *Journal of Cognitive Neuroscience, 25*(10), 1649–1663.

Casco, C., Tressoldi, P. E., & Dellantonio, A. (1998). Visual selective attention and reading efficiency are related in children. *Cortex, 34*(4), 531–546.

Collis, N. L., Kohnen, S., & Kinoshita, S. (2013). The role of visual spatial attention in adult developmental dyslexia. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, 66*(2), 245–260.

Dehaene, S., & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences, 15*(6), 254–262.

Facoetti, A., Paganoni, P., Turatto, M., Marzola, V., & Mascetti, G. G. (2000). Visual-spatial attention in developmental dyslexia. *Cortex, 36*(1), 109–123.

Facoetti, A., Zorzi, M., Cestnick, L., Lorusso, M. L., Molteni, M., Paganoni, P.,... Mascetti, G. G. (2006). The relationship between visuo-spatial attention and nonword reading in developmental dyslexia. *Cognitive Neuropsychology, 23*(6), 841–855.

Facoetti, A., Trussardi, A. N., Ruffino, M., Lorusso, M. L., Cattaneo, C., Galli, R., … Zorzi, M. (2010). Multisensory spatial attention deficits are predictive of phonological decoding skills in developmental dyslexia. *Journal of Cognitive Neuroscience, 22*(5), 1011–1025.

Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current Biology, 23*(6), 462–466.

Frith, U. (1985). Beneath the surface of developmental dyslexia. In K. G. Patterson, J. C. Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia: Studies of phonological reading* (pp. 301–330). London: Routledge and Kegan Paul.

Goswami, U., Cumming, R., Chait, M., Huss, M., Mead, N., Wilson, A. M., … Fosker, T. (2016). Perception of filtered speech by children with developmental dyslexia and children with specific language impairments. *Frontiers in Psychology, 7*, 791.

Grefkes, C., & Fink, G. R. (2005). Review: The functional organization of the intraparietal sulcus in humans and monkeys. *Journal of Anatomy, 207*(1), 3–17.

Haapalainen, N. (2008). *Orienting of visuo-spatial attention in developmental dyslexia* (Unpublished master's thesis). University of Jyväskylä.

Iles, J., Walsh, V., & Richardson, A. (2000). Visual search performance in dyslexia. *Dyslexia, 6*(3), 163–177.

Johannes, S., Münte, T. F., Heinze, H. J., & Mangun, G. R. (1995). Luminance and spatial attention effects on early visual processing. *Brain Research Cognitive Brain Research, 2*(3), 189–205.

Judge, J., Knox, P. C., & Caravolas, M. (2013). Spatial orienting of attention in dyslexic adults using directional and alphabetic cues. *Dyslexia, 19*(2), 55–75.

Kang, J. G., Lee, S. H., Park, E. J., & Leem, H. S. (2016). Event-related potential patterns reflect reversed hemispheric activity during visual attention processing in children with dyslexia: A preliminary study. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience, 14*(1), 33–42.

Kanwisher, N., & Wojciulik, E. (2000). Visual attention: Insights from brain imaging. *Nature Reviews Neuroscience, 1*(2), 91–100.

Lallier, M., Carreiras, M., Tainturier, M. J., Savill, N., & Thierry, G. (2013). Orthographic transparency modulates the grain size of orthographic processing: Behavioral and ERP evidence from bilingualism. *Brain Research, 1505*, 47–60.

Layes, S., Lalonde, R., Mecheri, S., & Rebaï, M. (2015). Phonological and cognitive reading related skills as predictors of word reading and reading comprehension among Arabic dyslexic children. *Psychology, 6*(1), 20–38.

Liu, D., Chen, X., & Chung, K. K. H. (2015). Performance in a visual search task uniquely predicts reading abilities in third-grade Hong Kong Chinese children. *Scientific Studies of Reading, 19*(4), 307–324.

Liu, D., Chen, X., & Wang, Y. (2016). The impact of visual-spatial attention on reading and spelling in Chinese children. *Reading and Writing, 29*(7), 1435–1447.

Lobier, M. A., Peyrin, C., Pichat, C., Le Bas, J. F., & Valdois, S. (2014). Visual processing of multiple elements in the dyslexic brain: Evidence for a superior parietal dysfunction. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 479.

Lorusso, M. L., Facoetti, A., Paganoni, P., Pezzani, M., & Molteni, M. (2006). Effects of visual hemisphere-specific stimulation versus reading-focused training in dyslexic children. *Neuropsychological Rehabilitation, 16*(2), 194–212.

Meng, X. Z., Lin, O., Wang, F., Jiang, Y. Z., & Song, Y. (2014). Reading performance is enhanced by visual texture discrimination training in Chinese-speaking children with developmental dyslexia. *PLoS One, 9*(9), e108274.

Moores, E., Cassim, R., & Talcott, J. B. (2011). Adults with dyslexia exhibit large effects of crowding, increased dependence on cues, and detrimental effects of distractors in visual search tasks. *Neuropsychologia, 49*(14), 3881–3890.

Ortiz, R., Estévez, A., Muñetón, M., & Domínguez, C. (2014). Visual and auditory perception in preschool children at risk for dyslexia. *Research in Developmental Disabilities, 35*(11), 2673–2680.

Pelli, D. G., Tillman, K. A., Freeman, J., Su, M., Berger, T. D., & Majaj, N. J. (2007). Crowding and eccentricity determine reading rate. *Journal of Vision, 7*, 20.

Peyrin, C., Lallier, M., Démonet, J. F., Pernet, C., Baciu, M., Le Bas, J. F., & Valdois, S. (2012). Neural dissociation of phonological and visual attention span disorders in developmental dyslexia: fMRI evidence from two case reports. *Brain and Language, 120*(3), 381–394.

Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology, 109*(2), 160–174.

Qian, Y., & Bi, H. Y. (2015). The effect of magnocellular-based visual-motor intervention on Chinese children with developmental dyslexia. *Frontiers in Psychology,* 6, 1529.

Qian, Y., Bi, Y. C., Wang, X. S., Zhang, Y. W., & Bi, H. Y. (2016). Visual dorsal stream is associated with Chinese reading skills: A resting-state fMRI study. *Brain and Language, 160*, 42–49.

Qian, Y., Deng, Y., Zhao, J., & Bi, H. Y. (2015). Magnocellular-dorsal pathway function is associated with orthographic but not phonological skill: fMRI evidence from skilled Chinese readers. *Neuropsychologia, 71*, 84–90.

Rafal, R. D., & Posner, M. I. (1987). Deficits in human visual spatial attention following thalamic lesions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 84*(20), 7349–7353.

Reilhac, C., Peyrin, C., Démonet, J. F., & Valdois, S. (2013). Role of the superior parietal lobules in letter-identity processing within strings: fMRI evidence from skilled and dyslexic readers. *Neuropsychologia, 51*(4), 601–612.

Shaywitz, S. E., & Shaywitz, B. A. (2005). Dyslexia (specific reading disability). *Biological Psychiatry*, 57(11), 1301–1309.

Siegel, M., Donner, T. H., Oostenveld, R., Fries, P., & Engel, A. K. (2008). Neuronal synchronization along the dorsal visual pathway reflects the focus of spatial attention. *Neuron, 60*(4), 709–719.

Simon, O., Mangin, J. F., Cohen, L., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2002). Topographical layout of hand, eye, calculation, and language-related areas in the human parietal lobe. *Neuron, 33*(3), 475–487.

Siok, W. T., & Fletcher, P. (2001). *The role of phonological awareness and visual-orthographic skills in Chinese reading acquisition* (Unpublished doctorial dissertation). The University of Hong Kong.

Sireteanu, R., Goebel, C., Goertz, R., Werner, I., Nalewajko, M., & Thiel, A. (2008). Impaired serial visual search in children with developmental dyslexia. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1145*(1), 199–211.

Smith-Spark, J. H., Zięcik, A. P., & Sterling, C. (2016). Self-reports of increased prospective and retrospective memory problems in adults with developmental dyslexia. *Dyslexia, 22*(3), 245–262.

Spinelli, D., De Luca, M., Judica, A., & Zoccolotti, P. (2002). Crowding effects on word identification in developmental dyslexia. *Cortex, 38*(2), 179–200.

Tan, L. H., Laird, A. R., Li, K., & Fox, P. T. (2005). Neuroanatomical correlates of phonological processing of Chinese characters and alphabetic words: A meta-analysis. *Human Brain Mapping, 25*(1), 83–91.

Turatto, M., Facoetti, A., Serra, G., Benso, F., Angi, M., Umiltà, C., & Mascetti, G. G. (1999). Visuospatial attention in myopia. *Brain Research Cognitive Brain Research, 8*(3), 369–372.

van den Boer, M., van Bergen, E., & de Jong, P. F. (2014). Underlying skills of oral and silent reading. *Journal of Experimental Child Psychology, 128*, 138–151.

Vecera, S. P., & Rizzo, M. (2003). Spatial attention: Normal processes and their breakdown. *Neurologic Clinics of North America, 21*(3), 575–607.

Wang, Z. K., Cheng-Lai, A., Song, Y., Cutting, L., Jiang, Y. Z., Lin, O.,... Zhou, X. L. (2014). A perceptual learning deficit in Chinese developmental dyslexia as revealed by visual texture discrimination training. *Dyslexia, 20*(3), 280–296.

World Health Organization. (1993). *The ICD-10 classification*

of mental and behavioural disorders. World Health Organization.

Yeshurun, Y., & Rashal, E. (2010). Precueing attention to the target location diminishes crowding and reduces the critical distance. *Journal of Vision, 10*, 16.

Zhao, J., Kwok, R. K. W., Liu, M. L., Liu, H. L., & Huang, C. (2016) Underlying skills of oral and silent reading fluency in Chinese: Perspective of visual rapid processing. *Frontiers in Psychology*, *7*, 2082.

Zhou, W., Xia, Z. C., Bi, Y. C., & Shu, H. (2015). Altered connectivity of the dorsal and ventral visual regions in dyslexic children: A resting-state fMRI study. *Frontiers in Human Neuroscience, 9*, 495.

Ziegler, J. C., Bertrand, D., Tóth, D., Csépe, V., Reis, A., Faísca, L.,... Blomert, L. (2010). Orthographic depth and its impact on universal predictors of reading: A cross-language investigation. *Psychological Science, 21*(4), 551–559.

Visual-spatial attention processing in developmental dyslexia

HUANG Chen; ZHAO Jing

(*Beijing Key Laboratory of Learning and Cognition and College of Psychology, Capital Normal University, Beijing* 100037, *China*)

Abstract: Considering basic visual decoding is the first step of reading, a growing group of studies focused on the visual-spatial attentional processing of the dyslexics. Visual-spatial attention refers to attentional processes that select visual stimuli based on their spatial location, and it can be measured by a set of visual tasks, such as visual search task, visual attention span task, Posner cue task. Many studies in the context of alphabetic language and Chinese reported that individuals with developmental dyslexia may exhibit poor behavioral performance and abnormal neural activity in visual-spatial attention tasks. The underlying mechanism of the relevant neural deficit may not only stem from the atypical activation in the parietal gyrus which were responsible for the visual-spatial attention, but also might be associated with weak functional connectivity between brain regions (e.g., the functional connectivity between parietal lobe and visual word form area). Future studies should explore the development in visual-spatial attention of the dyslexics by cross-sectional and longitudinal studies. Meanwhile, it is necessary to investigate the possible modulation of language characteristics on visual-spatial attention deficit of dyslexia.

Key words: developmental dyslexia; visual-spatial attention; neural mechanism; language characteristics